

九州大学工学部 正員 橋 東一郎

" " 平野 宗夫

" " 〇内村 好

まえがき 前報¹⁾では、透水性の大きい材料を用い、段波状浸透水による段丘集合運搬について解析したが、本報では、玉石に等量の砂を混入して透水係数を小さくし、表面流による堆積土砂の流動について実験したので、その結果について報告する。

1. 実験装置および方法

実験に用いた水路は、巾20cm、長さ4mのアクリライト製可変急勾配水路で、水路床には実験に用いたのと同じ玉石が貼り付けられている。玉石($D_{50}=8.0\text{mm}$)と砂($D_{50}=0.32\text{mm}$)を、容積比1:1(重量比0.54:0.46)で混合したものを、一様厚さに敷いた後、上流端から急激に一定量の流水を供給した。実験条件は、水路勾配 $\sin\theta=0.383$ および0.285、土砂の敷厚を3cm、6cmおよび10cmとし、上流端からの供給水量を種々変化した。この場合の流況は、いわゆる土石流に似かよったもので、先端の移動速度、先端部の流動土砂量および砂堆高を測定した。また比較のため、土砂を敷かず、水だけ流した段波の伝播についても実験を行なった。

2. 実験結果および考察

(1) 土石流先端の移動速度 先端の移動速度 v と単位中当り供給水量 q との関係は(図-1)に示すように、 v は q とともに若干増大する。図には水だけを流した場合の段波の速度も記入されているが、同じ供給水量に対して、水だけの場合より、土石流の方が速度が大きいことがわかる。

まず水だけ流した場合について考えてみよう。実験によると、段波の先端は垂直に近く、その形状は時間的に変化しないので、その速度は、上流の等流部の流速と同じであると考えられる。そこで、流速係数を φ 、水深を h とし、 $v=\varphi/\sqrt{gh \sin\theta}$ および $q=vh$ より、 h を消去した式

$$v = \varphi^{\frac{2}{3}} (gh \sin\theta)^{\frac{1}{3}} \quad \dots (1)$$

が得られる。この関係をプロットすると、(図-1)のX印のようであり、データは、 $\varphi=2.5$ ($\varphi^2=1.84$)とした線にほぼ一致する。つぎに土石流に対して、その単位中容積流量 $q_f(\text{cm}^2/\text{s})$ を用い、 v と $(gh_f \sin\theta)$ を(図-1)上にプロットすると、描点は、ほぼ上記の線上に集まり、水だけの場合と全く同じ形で表示されるという興味深い結果が得られる。

(2) 土石流先端の流動土砂量 土石流の総流量 $Q_T(\text{gr}/\text{s})$ と供給水量 $Q(\text{cm}^3/\text{s})$ との関係を図示すると、(図-2)のようになる。それによると、 Q_T は重量で Q の5~6倍(体積で、2.5~3倍)程度となっている。このように、土石流は、水だけの場合にくらべ、速

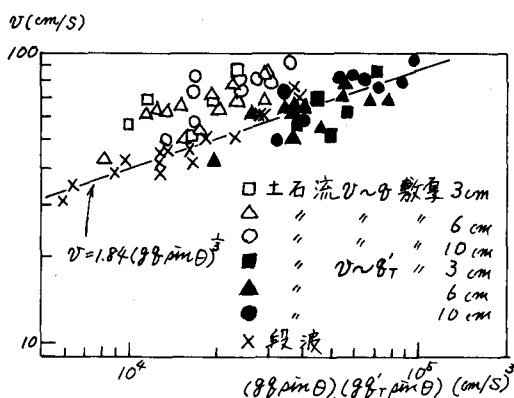


図-1 移動速度と流量の関係

度も流量も大きく増大し、その破壊力が著しく大きくなること
がわかる。

つぎに、実験によると、土石流先端部では河床付近の工砂は
流動せず、掃流であることが観察されたので、流動工砂量が、
既存の掃流砂量式

$$\frac{q_B}{u_* d} = K \frac{u_*^2}{S g d} \quad \dots (2)$$

で表わされると仮定する。摩擦速度 u_* は、 $v = \varphi u_*$ ($\varphi = 2.5$)
とし、流速として、次式

$$v = \varphi^3 (g'_r \sin \theta)^{\frac{1}{2}} \quad \dots (1')$$

を用いると、(2)式は、

$$q_B = \frac{K}{S \varphi} (g'_r \sin \theta) \quad \dots (3)$$

となる。 $q_B = (g'_r - g)$ と $(g'_r \sin \theta)$ をプロットすると、(図-3)の
ようになり、図より、定数 K の値を求めると $K = 6.8$ である。
この値は、佐藤・吉川・芦田式の K の値 0.62 の約 10 倍である。

また、供給水量と、土石流密積流量との関係は、 $g'_r = g_B + g$ より

$$g'_r = \frac{g}{1 - \frac{K}{S \varphi} \sin \theta} \quad \dots (4)$$

となる。 g'_r の実測値と、 $K/S\varphi = 1.7$ として計算した値とを比較
すると、(図-4) のようになり両者はかなりよく合っている。
(4)式の適用限界は、 $K/S\varphi \cdot \sin \theta = 1$ ($\theta \approx 36^\circ$) であるが、これ
は、土砂の安息角とほぼ一致している。

(3)砂堆高 土石流の移動速度が、(1)式で、表わされるとする
と(4)式より、

$$h = A g^{\frac{2}{3}} \quad \text{ただし} \quad A = \left\{ \frac{1}{\varphi^3 (g \sin \theta)^{\frac{1}{2}}} \right\} \left\{ \frac{1}{1 - \frac{K}{S \varphi} \sin \theta} \right\}^{\frac{2}{3}} \quad \dots (5)$$

h の実測値と g の関係をプロットすると、(図-5) のように
なり、(5)式 による計算値とほぼ一致する。

<参考文献>

- 1) 菅平野・田中：炭谷堆積土砂の流動について、第8回災害科学総合シンポジウム、1971.10.

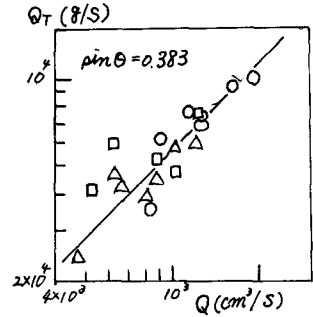


図-2. 流動土砂量と
供給水量の関係

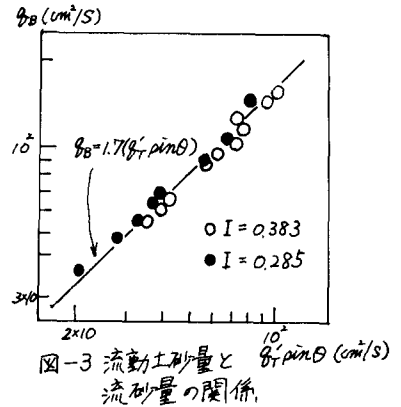


図-3 流動土砂量と $g'_r \sin \theta$ (cm/s)
流砂量の関係

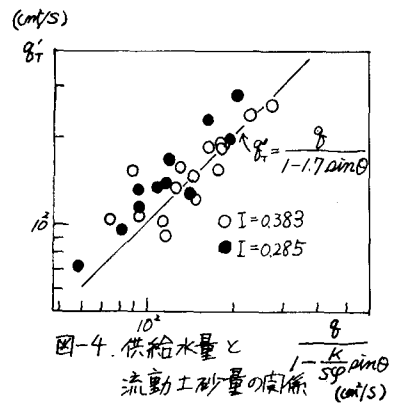


図-4. 供給水量と $\frac{g}{1 - \frac{K}{S \varphi} \sin \theta}$
流動土砂量の関係 (cm/s)

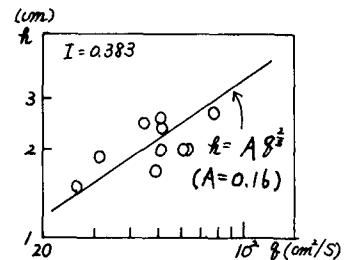


図-5 供給水量と砂堆高
の関係